

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
17 novembre 2005 (17.11.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/108123 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **B60C 13/00**

Route Louis Braille 10 et 12, CH-1763 Granges-Paccot
(CH).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2005/003146

(72) Inventeurs; et

(22) Date de dépôt international : 24 mars 2005 (24.03.2005)

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **DEMAIE, Heathcliff** [FR/FR]; 49, rue Bonnabaud, F-63000 Clermont-Ferrand (FR). **GOUGNAUD, Patrick** [FR/FR]; Le Bourg, F-63320 Saint Vincent (FR). **LION, Mickaël** [FR/FR]; 9, rue Alexis Carrel, Résidence "Les Cézeaux", F-63000 Clermont-Ferrand (FR). **POULBOT, Valéry** [FR/FR]; 21, rue du Creux des Mets, F-63430 Les Martres d'Artières (FR).

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

0403814

9 avril 2004 (09.04.2004) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf CA, MX, US) : **SOCIETE DE TECHNOLOGIE MICHELIN** [FR/FR]; 23, rue Breschet, F-63000 Clermont-Ferrand (FR).

(74) Mandataire : **BAUVIR, Jacques**; M.F.P. Michelin, 23, place des Carmes Dechaux, SGD/LG/PI-F35 - Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

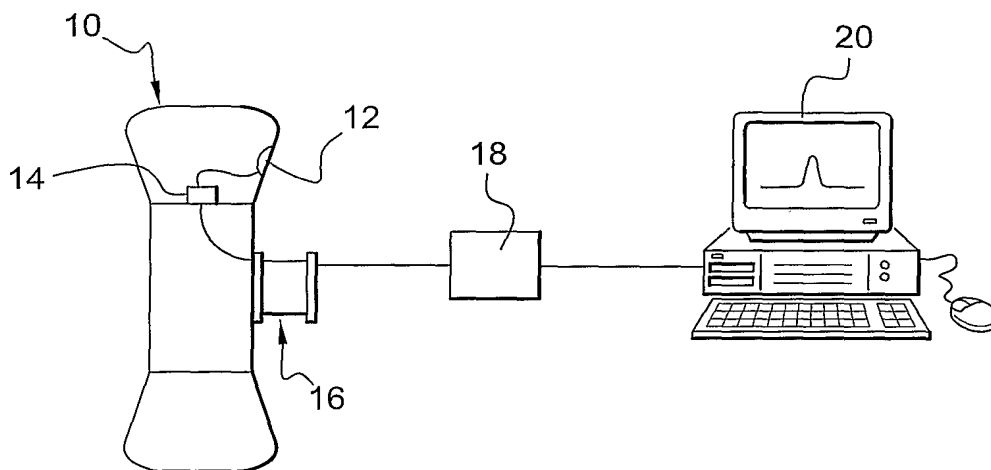
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH];

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: TYRE COMPRISING A DEFORMATION SENSOR AND TYRE DEFLECTION EVALUATION METHOD

(54) Titre : PNEUMATIQUE MUNI D'UN CAPTEUR DE DÉFORMATIONS, ÉVALUATION DE LA FLÈCHE D'UN PNEUMATIQUE



(57) Abstract: The invention relates to a tyre (10) which is equipped with a capacitive sensor (12) comprising two essentially-parallel electrodes (30), said sensor being disposed on one wall of the tyre. The electrodes (30) of the sensor are essentially positioned in a plane that is perpendicular to the axis of rotation of the tyre and are essentially oriented in an orthoradial direction. The invention also relates to a tyre which is equipped with a deformation sensor, a tyre deflection evaluation method and a deformation sensor (12).

(57) Abrégé : L'invention concerne un pneumatique (10) muni d'un capteur capacitif (12) comportant deux électrodes (30) sensiblement parallèles, le capteur (12) étant porté par un flanc du pneumatique. Les électrodes (30) du capteur sont sensiblement comprises dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique et sont sensiblement orientées selon une direction orthoradiale. L'invention concerne également un pneumatique muni d'un capteur de déformation, un procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique ainsi qu'un capteur de déformations (12).

WO 2005/108123 A1



AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),

européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

**Pneumatique muni d'un capteur de déformations,
évaluation de la flèche d'un pneumatique.**

L'invention concerne un pneumatique muni d'un capteur capacitif, un pneumatique muni d'un capteur de déformations, un capteur de déformations et un procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique.

Plus précisément, l'invention concerne un pneumatique muni d'un capteur capacitif comportant deux électrodes sensiblement parallèles, le capteur capacitif étant porté par un flanc du pneumatique.

On appelle « flèche d'un pneumatique » l'amplitude de la déformation verticale du pneumatique soumis à une charge. La mesure de la flèche permet de connaître approximativement la charge subie par le pneumatique, à pression de gonflage donnée. Or, la charge subie par un pneumatique est un paramètre important car un dépassement de la charge maximale recommandée peut nuire à l'endurance du pneumatique. On utilise généralement la charge maximale pour laquelle le pneumatique est conçu, sur des pneumatiques de grandes dimensions, par exemple sur les pneumatiques équipant les poids lourds ou les engins de génie civil, pour connaître les limites de chargement.

Lors d'une phase de roulage, le pneumatique subit des efforts selon trois directions :

- un effort vertical, ou effort radial, sous l'effet de la charge imposée par le véhicule,
- un effort horizontal orienté selon la direction de roulage, aussi appelé effort de cisaillement orthoradial, créé par un couple appliqué au pneumatique, par exemple sous l'effet de l'accélération du véhicule, et
- un effort horizontal perpendiculaire à la direction de roulage, aussi appelé effort de cisaillement axial, créé par une mise en dérive du pneumatique, par exemple lorsque le véhicule est en virage.

En un point donné du pneumatique, la direction orthoradiale désigne la direction perpendiculaire à l'axe et à un rayon passant par le point.

On connaît déjà, dans l'état de la technique, notamment dans le document WO 02/057711, un pneumatique muni d'un capteur capacitif comportant deux électrodes sensiblement parallèles disposées radialement sur un flanc du pneumatique. La valeur de la capacité d'un tel capteur varie en fonction de la distance entre les deux électrodes. Par conséquent, en rendant solidaire un tel capteur d'un flanc du pneumatique, le signal fourni par le capteur est fonction des déformations du flanc du pneumatique.

-2-

Le capteur de l'état de la technique est sensible de manière équivalente aux trois efforts précités subis par le pneumatique. En effet, les variations du signal fourni par le capteur dues à chacun des trois efforts sont du même ordre de grandeur.

Le signal dépend donc des contributions élémentaires de chaque effort. Les méthodes actuelles permettent alors de déterminer l'extension circonférentielle du pneumatique à partir de laquelle sont déduites de manière empirique les valeurs des efforts subits par le pneumatique ainsi que sa flèche, notamment au moyen de réseaux de neurones.

Ces méthodes donnent des résultats satisfaisants, mais elles sont complexes à mettre en œuvre. Ainsi, dans les applications dans lesquelles seule une mesure de la flèche du pneumatique est recherchée, les méthodes connues ne sont pas appropriées.

Signalons encore la demande de brevet EP1186853 qui protège une disposition qui mesure les déformations du flanc à partir de capteurs externes aux pneumatiques. Deux grandeurs semblent accessibles à partir d'une telle disposition : la déradialisation des fils de carcasse renforçant le flanc d'un pneumatique et la distance entre les capteurs et le flanc. Aucune application à la mesure de la flèche n'est évoquée dans ce document, dans l'objectif limitation précise n'est donnée sur la position de ces capteurs externes.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients en fournissant un pneumatique muni d'un capteur capacitif permettant d'obtenir de manière simple une mesure de sa flèche.

A cet effet, l'invention a pour objet un pneumatique muni d'un capteur capacitif comportant deux électrodes sensiblement parallèles, le capteur capacitif étant porté par un flanc du pneumatique, **caractérisé en ce que** les électrodes du capteur sont sensiblement comprises dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique et sont sensiblement orientées selon une direction orthoradiale.

Les inventeurs ont constaté tout d'abord que le signal fourni par un capteur capacitif d'un pneumatique selon l'invention est beaucoup plus sensible aux déformations du flanc engendrées par un effort vertical sur le pneumatique qu'aux déformations du flanc engendrées par un effort horizontal sur le pneumatique. Les inventeurs ont rapproché cela du fait que les déformations du flanc engendrées par un effort vertical sur le pneumatique sont directement reliées à la flèche, pour aboutir au fait que, pour une position angulaire du capteur donnée, il existe une bijection entre l'ensemble des valeurs fournies par ce capteur et l'ensemble des valeurs prises par la flèche.

En d'autres termes, le pneumatique selon l'invention fournit un signal qui permet directement, c'est-à-dire sans calcul, de connaître la flèche.

-3-

Un pneumatique muni d'un capteur capacitif selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les électrodes du capteur sont des électrodes filaires ;
- les électrodes sont des fils de gomme conductrice souples en flexion et en traction pour ne pas perturber le fonctionnement mécanique du pneumatique ;
- les électrodes sont des électrodes rubans ;
- les électrodes sont rectilignes ;
- les électrodes sont en arc de cercle sensiblement concentrique à l'axe de rotation du pneumatique ;
- les deux électrodes sont noyées dans un corps élastomérique formant un diélectrique, le capteur étant conformé pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre ;
- le corps élastomérique comporte une fente entre les deux électrodes ;
- le capteur est muni d'une enveloppe conductrice souple reliée à un potentiel fixe, destinée à limiter les perturbations électromagnétiques ; et
- l'enveloppe conductrice comporte des particules conductrices noyées dans le corps élastomérique, ces particules conductrices étant par exemple du noir de carbone ou des particules métalliques.

On distingue trois zones sur le flanc du pneumatique : une zone basse correspondant à la partie radialement la plus interne du flanc, dans laquelle la gomme est très rigide, une zone de flexion maximale, qui subit la flexion locale la plus importante lorsque le pneumatique est sous charge, et une zone intermédiaire. La zone de flexion maximale est proche de l'équateur du pneumatique, c'est-à-dire de l'endroit où il est le plus large.

Cette zone intermédiaire du flanc du pneumatique fléchit également lorsque le pneumatique est soumis à une charge. Les inventeurs de la présente invention ont cependant constaté que la déformation locale de cette zone mesurée par un capteur capacitif selon l'invention était encore moins sensible aux efforts horizontaux que la déformation locale mesurée en d'autres zones du flanc du pneumatique.

Il est donc avantageux que le capteur capacitif se trouve sur une partie du flanc du pneumatique située entre une zone basse et une zone de flexion maximale.

L'invention a également pour objet un pneumatique muni d'un capteur de déformations, **caractérisé en ce que** le capteur est agencé pour fournir une valeur caractéristique de la flexion locale, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, d'une partie du flanc du pneumatique.

On appelle flexion locale d'une partie du flanc du pneumatique la variation de courbure de cette partie du flanc du pneumatique. La flexion locale est une mesure locale qui dépend de la partie du flanc, par opposition à la flèche qui est une mesure globale relative au pneumatique et aux efforts qu'il subit.

5 On entend par valeur caractéristique de la flexion locale une valeur fournie par le capteur à un instant donné, à laquelle correspond une et une seule courbure de la partie du flanc du pneumatique. Il existe donc une bijection entre l'ensemble des valeurs instantanées fournies par le capteur et l'ensemble des courbures prises par la partie du flanc du pneumatique.

10 Or, il existe également une bijection entre l'ensemble des courbures prises par la partie du flanc du pneumatique et l'ensemble des valeurs prises par la flèche du pneumatique.

Par conséquent, l'existence de ces deux bijections montre qu'un pneumatique muni d'un capteur de déformations selon l'invention permet d'obtenir de manière simple et
15 directe la valeur de la flèche du pneumatique.

De par la géométrie et le positionnement de ses électrodes, un capteur capacitif positionné sur le flanc d'un pneumatique selon le premier objet de l'invention précédemment défini répond à la définition d'un capteur agencé pour fournir une valeur caractéristique de la flexion locale, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, d'une
20 partie du flanc du pneumatique.

Un pneumatique muni d'un capteur de déformations selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le capteur se trouve sur la partie du flanc du pneumatique dont le capteur fournit une valeur caractéristique de la flexion locale ;
- 25 – la partie du flanc du pneumatique dont le capteur fournit une valeur caractéristique de la flexion locale est située entre une zone basse et une zone de flexion maximale.

L'invention a également pour objet un capteur de déformations comportant deux électrodes sensiblement parallèles noyées dans un corps élastomérique formant un diélectrique, **caractérisé en ce qu'il** est conformé pour faciliter les déplacements d'une
30 électrode par rapport à l'autre et ainsi permettre une meilleure sensibilité à la flexion.

Un capteur de déformations selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la conformation pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre consiste en une fente entre les deux électrodes dans le
35 corps élastomérique ;

-5-

- le capteur de déformations est muni d'une enveloppe conductrice souple reliée à un potentiel fixe et destinée à limiter les perturbations électromagnétiques ; et
- l'enveloppe conductrice comporte des particules conductrices noyées dans le corps élastomérique, ces particules conductrices étant par exemple du noir de carbone ou des particules métalliques.

L'invention a également pour objet un procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique, comportant une étape dans laquelle on mesure la flexion locale, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, d'une partie du flanc du pneumatique.

- 10 Un procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique selon l'invention peut en outre comporter la caractéristique selon laquelle la partie du flanc du pneumatique dont on mesure la flexion locale est située entre une zone basse et une zone de flexion maximale.

- 15 Selon un mode de réalisation particulier, un procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique selon l'invention comporte une étape dans laquelle on mesure la pression du pneumatique. La mesure de la pression permet d'améliorer la précision lors de l'évaluation de la flèche.

- 20 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma représentant un pneumatique muni d'un capteur de déformations ;
- la figure 2 est un schéma en coupe radiale d'un pneumatique à vide ;
- la figure 3 est un schéma en coupe radiale d'un pneumatique sous charge ;
- la figure 4 est un schéma en perspective d'un capteur bifil ;
- la figure 5 est un schéma en coupe d'un pneumatique muni d'un capteur bifil ;
- la figure 6 est un schéma en coupe d'un pneumatique sous charge muni d'un capteur bifil ;
- la figure 7 est un graphique représentant le signal que fournit le capteur bifil lors d'une révolution d'un pneumatique équipé de ce capteur ;
- la figure 8 est un schéma en coupe d'un pneumatique muni d'un capteur de déformations selon un autre mode de réalisation.

- 35 Un pneumatique en gomme désigné par la référence générale 10, équipé avec un dispositif permettant une mesure de la flèche, est représenté sur la figure 1. Ce

-6-

pneumatique est un pneumatique de voiture mais l'invention peut être mise en œuvre sur n'importe quel type de pneumatique.

On appelle bande de roulement la partie du pneumatique destinée à être en contact avec une route lors d'une utilisation normale du pneumatique. On appelle flèche d'un pneumatique, l'amplitude de la déformation verticale du pneumatique soumis à une charge.

Ce dispositif de mesure de flèche comporte un capteur de déformations 12 disposé sur le flanc du pneumatique, un boîtier de mesure 14 recueillant les informations du capteur de déformations 12, un collecteur tournant 16 permettant de transmettre ces informations à un boîtier d'acquisition 18 relié à un dispositif de traitement 20 qui fournit une mesure de la flèche en fonction des données recueillies.

Ce dispositif de traitement 20 est par exemple un calculateur.

Le capteur de déformation peut être disposé en n'importe quel point du flanc, aussi bien sur le flanc intérieur que sur le flanc extérieur du pneumatique.

Le flanc du pneumatique 10 peut être décomposé en trois zones représentées sur les figures 2 et 3.

Une première zone, dite zone basse 22 du pneumatique 10, est située sur la partie du flanc la plus interne. Cette zone basse, qui est généralement constituée d'une gomme très rigide, comporte des tringles en acier 24 dont la fonction est d'assurer la tenue mécanique du pneumatique.

Une seconde zone, dite zone de flexion maximale 26, est située approximativement à l'équateur du pneumatique, c'est-à-dire à l'endroit où il est le plus large. C'est dans cette zone que la flexion du flanc du pneumatique 10 est maximale lorsqu'il est soumis à une charge, comme représenté sur la figure 3.

On distingue enfin une troisième zone, dite zone intermédiaire 28, située entre la zone de flexion maximale 26 et la zone basse 22 du flanc du pneumatique. Cette zone intermédiaire 28 présente l'avantage d'être plus souple et donc de subir des déformations plus grandes que la zone basse 22 du flanc du pneumatique 10, mais d'être moins sensible aux efforts dus à l'accélération et aux virages, que la zone de flexion maximale 26 du flanc.

Il est donc avantageux que le capteur de déformations 12 soit disposé de manière à mesurer la flexion locale dans un plan contenant l'axe du pneumatique 10, de cette zone intermédiaire 28.

Le capteur de déformations utilisé, qui sera décrit ultérieurement, est suffisamment petit pour être situé intégralement dans la zone intermédiaire du flanc.

On appelle aire de contact la zone de la bande de roulement du pneumatique qui est en contact avec la route à un instant donné.

Lorsque le pneumatique est soumis à une charge verticale, les flancs du pneumatique reliant l'aire de contact de la bande de roulement au centre du pneumatique fléchissent. On parle couramment de « ventre de lapin ». On appelle zone du ventre de lapin la partie du flanc du pneumatique qui fléchit. Cette zone du ventre de lapin s'étend sensiblement sur un secteur angulaire mesurant approximativement 60°.

Lorsque le pneumatique muni d'un capteur de déformations est en rotation, le capteur, situé sur la zone intermédiaire du pneumatique, décrit sensiblement un cercle vertical. En particulier, le capteur passe par deux points caractéristiques : le sommet et le point le plus bas de cette trajectoire circulaire.

La flexion est maximale lorsque le capteur est au point le plus bas de sa trajectoire, c'est-à-dire lorsqu'il est situé au milieu de la zone du ventre de lapin.

Sur le reste de la trajectoire, la partie du flanc du pneumatique sur laquelle le capteur est situé est sensiblement au repos. Le flanc du pneumatique est au repos sur un secteur angulaire mesurant approximativement 300°.

Au cours d'une rotation du pneumatique, la valeur de la flexion locale du flanc du pneumatique évolue continûment entre les deux valeurs extrêmes. Elle croît lorsque le capteur évolue depuis l'entrée dans la zone du ventre de lapin jusqu'au milieu de cette zone et décroît depuis le milieu de la zone du ventre de lapin jusqu'à la sortie de cette zone.

Le signal $s(\theta)$ fourni par le capteur de déformations 12 au cours de la rotation du pneumatique 10 est donc un signal périodique de période 360°. Ce signal est représenté en fonction de l'angle θ de rotation du pneumatique sur la figure 7.

Dans ce signal périodique, nous nous intéressons plus particulièrement à une valeur du signal $s(\theta_0)$ où θ_0 est un angle constant compris entre 0 et 360°, par exemple à la valeur du signal lorsque le capteur est au milieu de la zone du ventre de lapin. Cette valeur correspond en principe à la flexion locale maximale du flanc du pneumatique.

Comme cela a déjà été expliqué, les inventeurs ont constaté que la valeur de la flexion locale maximale est liée directement à la flèche du pneumatique. Une mesure de la flexion locale maximale permet donc d'obtenir la valeur de la flèche. Pour améliorer la précision de la flèche, il est intéressant de tenir compte de la pression du pneumatique.

La relation entre ces trois données peut être obtenue au moyen d'un réseau de neurones, ou plus simplement au moyen d'une table de valeurs remplie empiriquement.

Dans des conditions d'utilisation normales, le pneumatique ne roule pas sur une chaussée parfaitement plane, et la flexion locale maximale n'est pas toujours obtenue lorsque le capteur est au milieu de l'aire de contact. On peut alors moyenner les résultats en utilisant les mesures de flexion locale pour plusieurs valeurs d'angle de rotation, ou
5 utiliser la valeur de l'intégrale du signal périodique sur une période.

Le capteur de déformations 12 utilisé est un capteur capacitif comportant deux électrodes filaires parallèles. On parle de capteur bifil. Ce capteur bifil comporte deux fils 30 conducteurs parallèles souples noyés dans un corps élastomérique 32 formant un diélectrique. Ce capteur agit comme un condensateur dont la capacité varie en fonction
10 de l'écartement des deux fils 30. Lorsque le capteur 12 subit des déformations, l'écart entre les deux fils varie, et le signal qu'il fournit varie donc également.

Les fils conducteurs sont souples en flexion pour ne pas perturber le fonctionnement mécanique du pneumatique et ne pas nuire à l'endurance du pneumatique.

15 Le capteur bifil est relié au boîtier de mesure 14 au moyen de câbles blindés de manière que la variation de distance entre les câbles ne modifie pas la valeur de la capacité du capteur qui est mesurée grâce au boîtier de mesure 14.

Pour améliorer la sensibilité aux déformations de ce capteur bifil, ce dernier comporte une fente 34 dans le corps élastomérique située entre les deux fils 30, parallèlement à chacun d'entre eux. Cette fente permet de faciliter les déplacements d'un
20 fil par rapport à l'autre.

Ce capteur 12 est utilisé pour mesurer la flexion locale du flanc du pneumatique 10 dans un plan contenant l'axe du pneumatique 10. Le capteur 12 du pneumatique est donc disposé en saillie du pneumatique 10, de telle manière que les fils
25 30 de ce capteur sont sensiblement compris dans un plan perpendiculaire à l'axe du pneumatique et sont sensiblement orientés selon une direction orthoradiale.

Ainsi, lorsque la partie du flanc du pneumatique sur laquelle le capteur 12 est positionné est au repos, comme représenté sur la figure 5, le capteur bifil est lui aussi au repos et les deux fils 30 sont espacés. Lorsque la partie du flanc du pneumatique sur
30 laquelle est positionné le capteur est sous charge, comme représenté sur la figure 6, sa déformation rapproche les deux fils 30 du capteur bifil 12. On constate alors que la fente 34 située dans le corps élastomérique 32 du capteur bifil 12 se réduit.

Au cours de la rotation du pneumatique 10, le capteur bifil 12 évolue donc périodiquement entre une position en flexion et une position au repos.

35 Par ailleurs, le capteur de déformations peut être muni d'une enveloppe 36 conductrice souple reliée à un potentiel fixe de telle manière que les perturbations

électromagnétiques sont atténuées. En particulier, on peut noyer des particules conductrices dans la gomme du pneumatique pour former cette enveloppe conductrice. Ces particules peuvent être par exemple du noir de carbone ou des particules métalliques.

5 Selon une variante, représentée sur la figure 8, le capteur bifil 12 est disposé en saillie du flanc du pneumatique 10 de telle manière que les fils 30 du capteur sont sensiblement compris dans un plan contenant l'axe du pneumatique, et sont sensiblement orientés selon une direction radiale. Pour que le capteur bifil ne soit sensible qu'à la flexion, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, du flanc du pneumatique, il est
10 indispensable que les fils soient en saillie. Ainsi, lorsque le flanc du pneumatique fléchit, le capteur s'étire et les deux fils se rapprochent. Comme le capteur est en saillie du pneumatique, les efforts de cisaillement dans la gomme du pneumatique n'ont pas d'effet sur l'espacement entre les deux fils, et ce capteur est donc principalement sensible à la flexion.

15 Bien entendu, toute légère déviation par rapport à la forme et à l'orientation des fils du capteur bifil, par exemple dues aux tolérances de fabrication, est acceptable.

On notera enfin que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation précédemment décrits.

Il est en effet possible que le capteur soit associé à un circuit électronique
20 porté par le pneumatique, capable d'effectuer des traitements embarqués. Grâce au circuit électronique, le capteur peut fonctionner de manière autonome, si bien qu'il n'est plus nécessaire d'utiliser le collecteur tournant, le boîtier d'acquisition ou le dispositif de traitement. Le circuit électronique comprend par exemple des moyens de stockage de mesures ainsi que des moyens d'émission des mesures stockées vers un calculateur du
25 véhicule.

REVENDICATIONS

1. Pneumatique (10) muni d'un capteur capacitif (12) comportant deux électrodes (30) sensiblement parallèles, le capteur capacitif étant porté par un flanc du pneumatique, 5 **caractérisé en ce que** les électrodes (30) du capteur sont sensiblement comprises dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique et sont sensiblement orientées selon une direction orthoradiale.
2. Pneumatique (10) selon la revendication 1, dans lequel les électrodes du capteur sont des électrodes filaires.
- 10 3. Pneumatique (10) selon la revendication 2, dans lequel les électrodes sont des fils de gomme conductrice.
4. Pneumatique (10) selon la revendication 1, dans lequel les électrodes sont des électrodes rubans.
5. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel 15 les électrodes sont rectilignes.
6. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les électrodes sont en arc de cercle sensiblement concentrique à l'axe de rotation du pneumatique.
7. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel 20 les deux électrodes sont noyées dans un corps élastomérique conformé pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre.
8. Pneumatique (10) selon la revendication 7, dans lequel le corps élastomérique comporte une fente entre les deux électrodes.
9. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le 25 capteur est muni d'une enveloppe conductrice souple reliée à un potentiel fixe, destinée à limiter les perturbations électromagnétiques.
10. Pneumatique (10) selon la revendication 9, dans lequel l'enveloppe conductrice comporte des particules conductrices noyées dans le corps élastomérique, ces particules conductrices étant par exemple du noir de carbone ou des particules métalliques.
- 30 11. Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le capteur (12) se trouve sur une partie du flanc du pneumatique située entre une zone basse (22) et une zone de flexion maximale (26).
12. Capteur (12) de déformations comportant deux électrodes (30) sensiblement parallèles noyées dans un corps élastomérique (32) formant diélectrique, **caractérisé en** 35 **ce qu'il** est conformé pour faciliter les déplacements d'une électrode par rapport à l'autre

-11-

et est muni d'une enveloppe conductrice (36) souple reliée à un potentiel fixe et destinée à limiter les perturbations électromagnétiques.

13. Capteur (12) de déformations selon la revendication 12, dans lequel l'enveloppe conductrice (36) comporte des particules conductrices noyées dans le corps élastomérique, ces particules conductrices étant par exemple du noir de carbone ou des particules métalliques.

14. Capteur (12) de déformations selon la revendication 12, dans lequel le corps élastomérique comporte une fente entre les deux électrodes.

15. Procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique (10), **caractérisé en ce qu'on** mesure la flexion locale, dans un plan contenant l'axe du pneumatique, d'une partie du flanc (28) du pneumatique.

16. Procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique (10) selon la revendication 15, dans lequel la partie (28) du flanc du pneumatique dont on mesure la flexion locale est située entre une zone basse (22) et une zone de flexion maximale (26).

17. Procédé d'évaluation de la flèche d'un pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 15 ou 16, dans lequel on mesure en outre la pression du pneumatique.

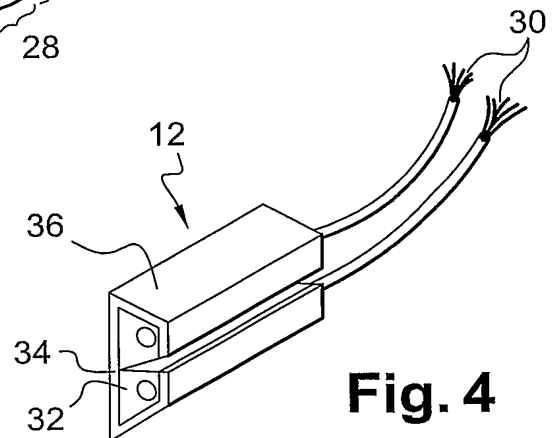
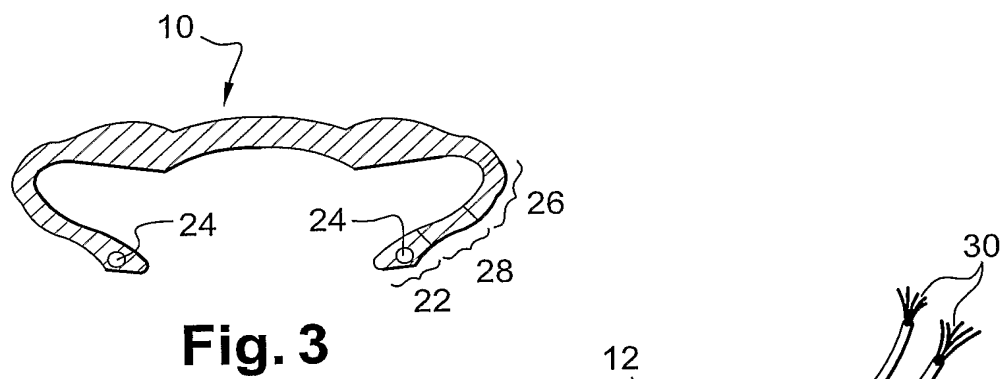
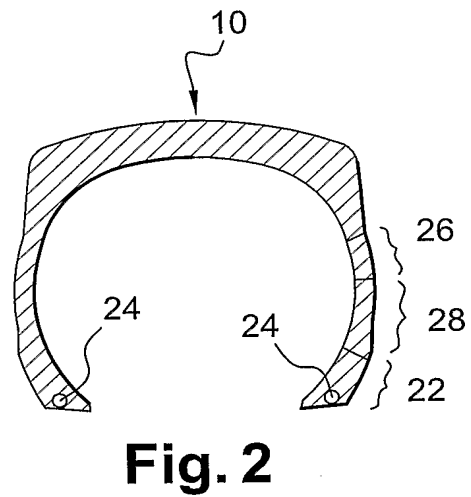
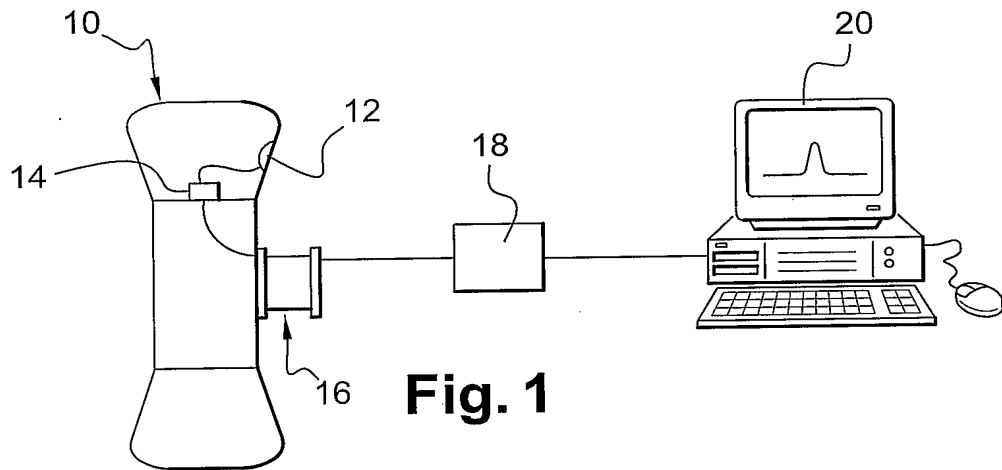


Fig. 5

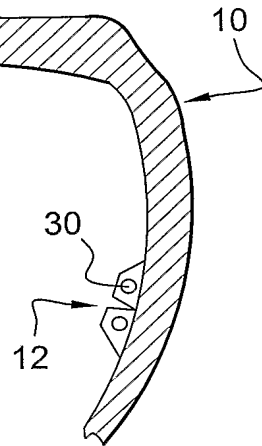


Fig. 6

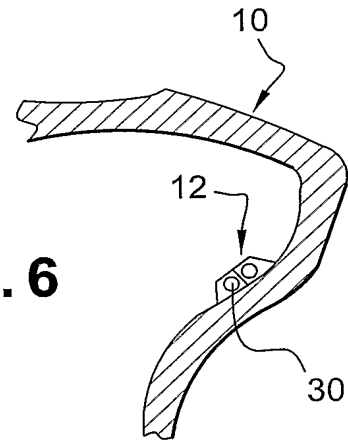


Fig. 7

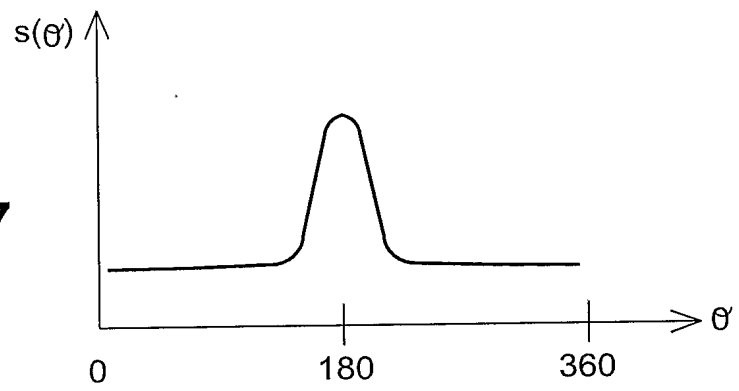
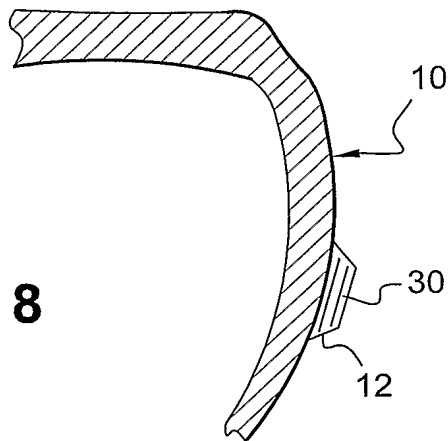


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/003146

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60C13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01L B60C G01B B60T G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 186 853 A (CONTINENTAL AG) 13 March 2002 (2002-03-13)	15, 16
Y	claims 13-16	17
Y	EP 0 937 615 A (SIEMENS AG) 25 August 1999 (1999-08-25)	17
A	paragraph '0060! - paragraph '0061!; figures 11,12	1, 12, 15
X	US 2003/056579 A1 (REY PATRICE ET AL) 27 March 2003 (2003-03-27)	15
A	paragraph '0107!; figures 16,17	1, 12
X	WO 02/057711 A (MICHELIN RECH TECH ; DEMAIE HEATHCLIFF (FR); MICHELIN SOC TECH (FR); P) 25 July 2002 (2002-07-25)	12-14
A	cited in the application figure 1c	1, 15
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 June 2005

Date of mailing of the international search report

01/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vessière, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/003146

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 835 919 A (MICHELIN RECH TECH ; MICHELIN SOC TECH (FR)) 15 August 2003 (2003-08-15) page 20, line 7 - line 18; figures 1,15-17 -----	1,12,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/003146

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1186853	A	13-03-2002	DE	10043976 A1	14-03-2002
			EP	1186853 A2	13-03-2002
EP 0937615	A	25-08-1999	DE	19807004 A1	09-09-1999
			EP	0937615 A2	25-08-1999
US 2003056579	A1	27-03-2003	BR	0202555 A	13-05-2003
			CA	2393074 A1	10-01-2003
			CN	1396067 A	12-02-2003
			EP	1275949 A1	15-01-2003
			JP	2003285612 A	07-10-2003
WO 02057711	A	25-07-2002	CN	1484749 A	24-03-2004
			WO	02057711 A1	25-07-2002
			EP	1352210 A1	15-10-2003
			JP	2004526133 T	26-08-2004
			US	2004004486 A1	08-01-2004
FR 2835919	A	15-08-2003	FR	2835919 A1	15-08-2003
			AU	2003208805 A1	02-09-2003
			WO	03066400 A1	14-08-2003
			EP	1476339 A1	17-11-2004
			US	2005065699 A1	24-03-2005

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/EP2005/003146

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 B60C13/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01L B60C G01B B60T G01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 186 853 A (CONTINENTAL AG) 13 mars 2002 (2002-03-13)	15,16
Y	revendications 13-16	17
Y	EP 0 937 615 A (SIEMENS AG) 25 août 1999 (1999-08-25)	17
A	alinéa '0060! - alinéa '0061!; figures 11,12	1,12,15
X	US 2003/056579 A1 (REY PATRICE ET AL) 27 mars 2003 (2003-03-27)	15
A	alinéa '0107!; figures 16,17	1,12
X	WO 02/057711 A (MICHELIN RECH TECH ; DEMAIE HEATHCLIFF (FR); MICHELIN SOC TECH (FR); P) 25 juillet 2002 (2002-07-25)	12-14
A	cité dans la demande figure 1c	1,15
	----- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

21 juin 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

01/07/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Vessière, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/EP2005/003146

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>FR 2 835 919 A (MICHELIN RECH TECH ; MICHELIN SOC TECH (FR)) 15 août 2003 (2003-08-15) page 20, ligne 7 - ligne 18; figures 1,15-17</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,12,15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/EP2005/003146

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1186853	A	13-03-2002	DE 10043976 A1 EP 1186853 A2	14-03-2002 13-03-2002
EP 0937615	A	25-08-1999	DE 19807004 A1 EP 0937615 A2	09-09-1999 25-08-1999
US 2003056579	A1	27-03-2003	BR 0202555 A CA 2393074 A1 CN 1396067 A EP 1275949 A1 JP 2003285612 A	13-05-2003 10-01-2003 12-02-2003 15-01-2003 07-10-2003
WO 02057711	A	25-07-2002	CN 1484749 A WO 02057711 A1 EP 1352210 A1 JP 2004526133 T US 2004004486 A1	24-03-2004 25-07-2002 15-10-2003 26-08-2004 08-01-2004
FR 2835919	A	15-08-2003	FR 2835919 A1 AU 2003208805 A1 WO 03066400 A1 EP 1476339 A1 US 2005065699 A1	15-08-2003 02-09-2003 14-08-2003 17-11-2004 24-03-2005